

Applications

Note 145 | März 2007

Eppendorf Plate® Deepwell 96 und 384: RecoverMax®

Untersuchungen zur Auswirkung eines optimierten Well-Designs auf Resuspendierungseigenschaften, Probenverluste und Kontaminations-Effekte

Katrin Käßler-Hanno¹, Philip Müller² und Wolf Wente²

¹Eppendorf AG, Hamburg, Deutschland; ²Eppendorf Instrumente GmbH, Hamburg, Deutschland

Zusammenfassung

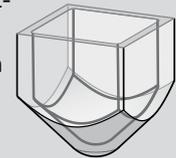
Die neuen Eppendorf Plate Deepwell 96 und 384 wurden entwickelt, um Prozesse der Probenaufbereitung, des Probentransportes und der Lagerung von Proben effizienter, sicherer und komfortabler zu machen. Die hier beschriebenen Untersuchungen zeigen, dass das einzigartige RecoverMax Design der Wells zu deutlich geringeren Probenverlusten und verbesserten Ausbeuten führt. Störende „Schmutzecken“ und Wicking-Effekte in quadratischen Wells bleiben aus. Probenvorbereitung und -Bearbeitung verlaufen effizienter, da Vorgänge wie Mischen von Lösungen und Resuspendieren von Pellets schneller und vollständiger erfolgen.

Einleitung

Mischen von Proben sowie Resuspendieren von Niederschlägen und Pellets sind integrale Bestandteile der meisten molekularbiologischen und biochemischen Arbeitsmethoden. Im Zeitalter von Genomics und Proteomics finden beispielsweise Bakterienanzucht, Nukleinsäureisolation oder Proteinfällungen oft nicht mehr in einzelnen Reaktionsgefäßen sondern in 96-Well oder 384-Well Platten-Formaten statt. Der hohe Probendurchsatz, der in diesen Forschungsrichtungen oder im High Throughput Screening der Pharmaindustrie notwendig ist, kann nur durch Verwendung sogenannter Multiwell-Platten realisiert werden. Um das gewonnene Probenmaterial effektiv nutzen zu können und hohe Ausbeuten zu erlangen, ist es für den Anwender wichtig, dass Pellets oder Niederschläge sich nicht nur schnell sondern auch vollständig lösen lassen und dass wertvolles Probenmaterial sich nicht in Ecken und Kanten sammelt und dort ungenutzt verloren geht. Auch Wicking-Effekte gehören zu den unerwünschten Phänomenen bei der Arbeit mit Multiwell-Platten: In den Kanten quadratisch geformter Wells steigt häufig durch Kapillarkräfte Flüssigkeit nach oben. Das kann sogar dazu führen, dass Nachbarwells kontaminiert werden. Die Proben dieser Wells sind dann meist

RecoverMax Design

1. Verbesserte Ausbeuten und geringere Probenverluste
2. Keine Wicking-Effekte und „Schmutzecken“ in quadratischen Wells
3. Schnelles und vollständiges Mischen und Resuspendieren
4. Effiziente Probenvorbereitung- und Bearbeitung



nicht mehr nutzbar und wertvolles Material geht verloren. Eppendorf hat deshalb eine neue Generation von Deepwell-Platten mit einem speziellen Well-Design, dem sogenannten RecoverMax Design, entwickelt. Scharfkantige Konturen wurden vermieden und sämtliche Übergänge an Wänden und Böden der Wells geglättet. Die Böden sind konisch geformt und gerundet. Dadurch sammeln sich Probenflüssigkeiten am tiefsten Punkt der Wells und Pipettier-, Resuspendier- und Mischvorgänge erfolgen schneller und vollständiger. Bei den quadratischen Wells der Eppendorf Plate Deepwell 96/2000 µl und 384/200 µl wurden alle Kanten, Ecken und Übergänge gerundet. Die Ablagerung von Probenmaterial in Ecken und stufigen Übergängen vom Wellboden zu den Wellwänden („Schmutzecken“) und die Gefahr der Kontamination von Nachbarwells durch Wicking gehören damit der Vergangenheit an.

Die hier beschriebenen Versuche zeigen, welche Wirkung das spezielle RecoverMax Design der Eppendorf Plate Deepwell auf häufige Anwendungen, wie Mischen und Resuspendieren, auf den Wicking-Effekt und „Schmutzecken“ in quadratischen Wells hat.

Material und Methoden

1. Mischen von Sucrosepellets

Um die Misch- und Resuspendierungseigenschaften der Eppendorf Plate Deepwell zu untersuchen, wurden Sucrosepellets mit einer Indikatorlösung (Bromthymol blue) überschichtet und anschließend gemischt. Mit zunehmender Rücklösung des Pellets erfolgte ein Farbumschlag von blau über grün nach gelb. Das Eintreten des Farbumschlags nach gelb zeigte die vollständige Rücklösung des Pellets an [1]. Untersucht wurden die Platten-Formate Eppendorf Plate Deepwell 96/1000 µl und 384/200 µl, sowie Platten derselben Formate von anderen Anbietern.

Sucroselösung: 2 g/ml Sucrose, 0,1 M MES pH = 4,0

Indikatorlösung: 0,04 mg/ml Bromthymol blue, 2 mM Carbonate Puffer pH = 10,0

Deepwell Platten im 96/1000 µl Format wurden mit 50 µl Sucrose-Lösung, Deepwell Platten im 384/200 µl Format mit 5 µl Sucrose-Lösung befüllt. Die Platten wurden dann für 4 h bei 70 °C getrocknet. Anschließend wurden die Pellets mit 500 µl (96/1000 µl Platten) bzw. 50 µl (384/200 µl Platten) Indikator-Lösung überschichtet. Das Resuspendieren der Pellets erfolgte im Eppendorf MixMate® bei 2.000 rpm. Der Farbumschlag erfolgte in einem pH-Bereich von 6,0–7,6 von blau nach gelb.

2. Resuspendieren von Bakterienpellets

150 ml LB-Medium (Roth, Karlsruhe) wurden mit einem *E. coli* K12 Bakterienstamm (DH5α) angeimpft und über Nacht unter Schütteln bei 37 °C angezogen. Die Bakterien-suspension wurde auf die Eppendorf Plate Deepwell 96/2000 µl und 384/200 µl verteilt (s. Testbedingungen) und diese anschließend in der Eppendorf Zentrifuge 5804 R mit Rotor A-2-DWP (Deepwell-Platten-Rotor) pelletiert. Die Zentrifugationsparameter entsprachen dabei in der Literatur beschriebenen Standardwerten. Nach Verwerfen des Überstandes wurde zu den Bakterienpellets Resuspendierungspuffer (50 mM Tris HCl pH 8,0, 10 mM EDTA, 100 mg/L RNase A) hinzugegeben (150 µl bei 96er DWP; 30 µl bei 384er DWP). Die Deepwell-Platten wurden anschließend direkt in die Universal Aufnahme des MixMate eingesetzt und gemischt (2.000 rpm). Eine optische Überprüfung auf ein vollständig resuspendiertes Pellet erfolgte nach 15 sec, 30 sec, 45 sec, 1 min, 2 min und 5 min.

3. Mischen von Hochsalzpuffern

Eppendorf Plate Deepwell 96/1000 µl wurden mit 5 µl Hochsalzpuffer und 500 µl Verdünnungspuffer pro Well befüllt und bei 1.400 rpm im MixMate gemischt.

Eppendorf Plate Deepwell 384/200 µl wurden mit 1 µl Hochsalzpuffer und 50 µl Verdünnungspuffer befüllt und im MixMate bei 2.000 rpm gemischt.

Hochsalzpuffer: 30 % NaCl, 0,1 % (w/v) Patent Blue V

Verdünnungspuffer: 10 mM Tris HCl pH 7,4

4. Wicking

Eppendorf Plate Deepwell 96/2000 µl und vergleichbare Deepwell-Platten von Wettbewerbern wurden mit 1 ml folgender Puffer-Lösungen befüllt und für 10 Minuten stehen gelassen.

- A) Tris HCl 10 mM pH 8,0, Ponceau 4R 0,01 %
- B) Tris HCl 10 mM pH 8,0 + 0,01 % Triton® X-100
Ponceau 4R 0,01 %
- C) Ponceau 4R 0,1 % in DMSO (100 %),

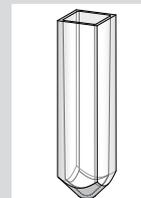
5. „Schmutzecken“

Mit Ponceau 4R gefärbtes Wasser wurde in Eppendorf Plate Deepwell 96/2000 µl und in entsprechende Deepwell-Platten anderer Anbieter pipettiert und durch pipettieren wieder entnommen. Rückstände in den Ecken und Übergängen wurden fotografisch dokumentiert.

Testbedingungen Bakterienpellets

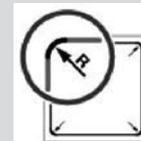
Eppendorf Plate Deepwell 96/2000 µl

- 1,25 ml ÜN-Kultur
- Pelletieren: 5 min bei 1.900 x g
- 150 µl Resuspendierungspuffer



Eppendorf Plate Deepwell 384/200 µl

- 200 µl ÜN-Kultur
- Pelletieren: 5 min bei 2.200 x g
- 30 µl Resuspendierungspuffer



Ergebnisse und Diskussion

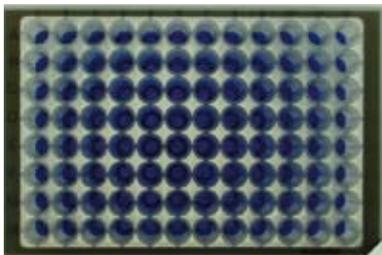
Resuspendieren von Sucrosepellets

Eppendorf Plate Deepwell 96/1000 μl und 384/200 μl wurden mit einer Sucrose-Lösung befüllt und getrocknet. Die dadurch entstandenen Pellets wurden mit einer Indikator-Lösung (Bromthymol blue) überschichtet und durch Mischen im Eppendorf MixMate resuspendiert. Ein Farbumschlag von blau über grün nach gelb zeigte die vollständige Rücklösung des Pellets an. **Abbildung 1** zeigt, dass der Farbumschlag von blau nach gelb in Eppendorf Plate Deepwell 96/1000 μl in fast allen Wells bereits nach 5 Sekunden

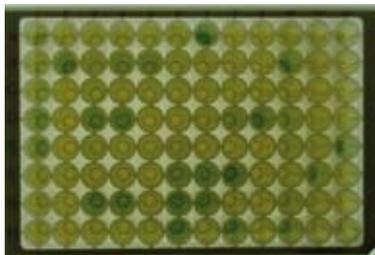
erfolgt war. Das Sucrosepellet war demzufolge schon nach 5 Sekunden vollständig resuspendiert. Nur in wenigen Wells war die Rücklösung noch unvollständig, sodass noch eine leicht grüne Färbung zu beobachten war. In den Wells der Wettbewerber-Platten A und B dagegen ließ sich das Sucrosepellet deutlich schlechter lösen. Nach 5 Sekunden Mischen waren die Lösungen in den Wells meist noch immer blau, nur einige Wells grün gefärbt. Erst nach 30 Sekunden Mischen waren auch hier die Pellets gelöst und der vollständige Farbumschlag nach gelb zu beobachten.

Eppendorf Plate Deepwell 96/1000 μl

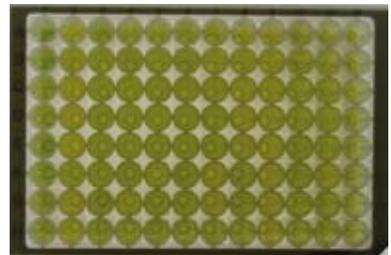
0 Sekunden



5 Sekunden

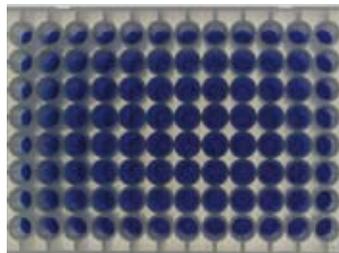


30 Sekunden

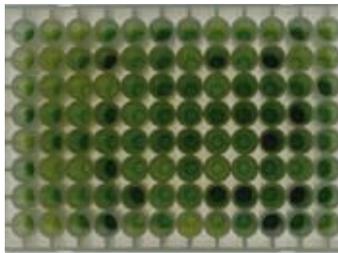


Wettbewerber A

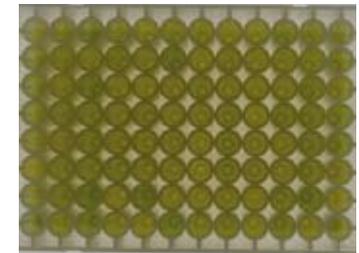
0 Sekunden



5 Sekunden

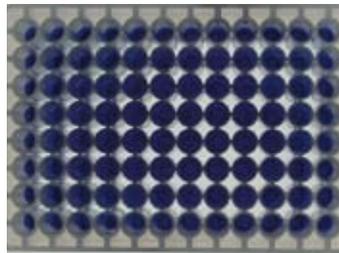


30 Sekunden

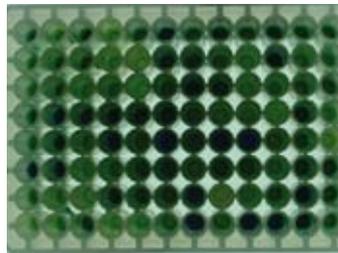


Wettbewerber B

0 Sekunden



5 Sekunden



30 Sekunden

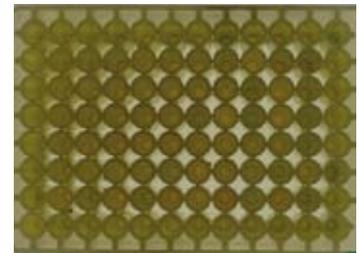


Abbildung 1: Resuspendieren von Sucrosepellets mit Bromthymol-Indikatorlösung in Eppendorf Plate Deepwell 96/1000 μl und in zwei entsprechenden Deepwell-Platten anderer Anbieter. Die Platten wurden unmittelbar nach Zugabe der Indikatorlösung (0 sec), nach 5 Sekunden Mischen und nach 30 Sekunden Mischen im Eppendorf MixMate bei 2.000 rpm fotografiert.

Eppendorf Plate Deepwell 384/200 μ l**Wettbewerber A****Wettbewerber B**

Abbildung 2: Resuspendieren von Sucrosepellets mit Bromthymol-Indikatorlösung in Eppendorf Plate Deepwell 384/200 μ l und in zwei entsprechenden Deepwell-Platten anderer Anbieter. Die Platten wurden unmittelbar nach Zugabe der Indikatorlösung (0 Sekunden) im Eppendorf MixMate mit 2.000 rpm gemischt und nach 5 Sekunden und 30 Sekunden fotografiert.

Speziell bei quadratischen Wells und kleinen Volumina ist es häufig schwierig, eine effiziente Durchmischung oder Resuspendierung von Pellets zu erreichen. **Abbildung 2** zeigt jedoch, dass das RecoverMax Design der Eppendorf Plate Deepwell mit quadratischen Wells zu einer effizienten Resuspendierung von Pellets führt, auch bei sehr kleinen Volumina. So war in den Eppendorf Plate Deepwell 384/200 μ l der Farbumschlag von blau nach gelb schon nach 5 Sekunden vollzogen und das Sucrosepellet völlig resuspendiert. Während in diesem Test eine Wettbewerber-Platte vergleichbar gut abschnitt, war bei Wettbewerber-Platte A auch nach 30 Sekunden fast kein Farbumschlag zu beobachten und das Pellet demzufolge kaum resuspendiert.

Resuspendieren von Bakterienpellets

Das Resuspendieren von festen Zellpellets ist eine häufige Anwendung und integraler Bestandteil vieler biochemischer und molekularbiologischer Labormethoden. Unsere Untersuchungen zur Resuspendierbarkeit von Bakterienpellets zeigen, dass das Pellet einer Übernachtskultur (1,25 ml pro Well) in Eppendorf Plate Deepwell 96/2000 μ l bereits innerhalb von 30 Sekunden (Eppendorf MixMate 2.000 rpm) vollständig mit Resuspendierungspuffer (150 μ l) rückgelöst werden konnte (nicht gezeigt). Im Platten-Format 384/200 μ l waren 200 μ l Übernachtskultur pro Well mit nur 30 μ l Resuspendierungspuffer innerhalb von nur 45–60 Sekunden komplett gelöst (MixMate, 2.000 rpm, nicht gezeigt). Auch hier wird deutlich, dass das RecoverMax Design effektiv dazu beiträgt, dass Proben schnell bearbeitet werden und verlustfrei genutzt werden können [2].

Mischen von Puffern mit hoher Salzkonzentration

Hochsalzpuffer werden zum Beispiel für die DNA-Präzipitation verwendet. Die Schwierigkeit besteht hier darin, dass sich ein Puffer hoher Dichte mit einem Verdünnungspuffer effizient in den Wells von Deepwell-Platten mischen lassen muss. Unsere Untersuchungen dazu zeigen, dass in den Wells der Eppendorf Plate Deepwell 96/1000 μ l 5 μ l Hochsalzpuffer mit 500 μ l des Verdünnungspuffers innerhalb von nur 5 Sekunden vollständig durchmischt sind (Eppendorf MixMate 1.400 rpm, nicht gezeigt). In Eppendorf Plate Deepwell 384/200 μ l ließ sich in den Wells 1 μ l Hochsalzpuffer mit nur 50 μ l Verdünnungspuffer in 30 Sekunden vollständig mischen (Eppendorf MixMate 2.000 rpm, nicht gezeigt) [3].

Wicking und Kreuz-Kontamination

Eine spezielle Problematik beim Arbeiten mit quadratischen Wells ist der sogenannte Wicking-Effekt: durch Kapillarkräfte steigt Probenflüssigkeit in den Ecken der quadratischen Wells auf und kann auf diesem Wege sogar bis in Nachbarwells gelangen. Verschlussmaterialien können benetzt werden, wodurch das Risiko der Kontamination benachbarter Wells ebenfalls steigt. Durch abgerundete Kanten und Ecken und Glättung aller Übergänge in den quadratischen Wells der Eppendorf Plate Deepwell 96/2000 μ l und 384/200 μ l sollte dieser Wicking-Effekt deutlich reduziert werden. Um die Wirkung der RecoverMax Wellgeometrie auf den Wicking-Effekt zu prüfen, untersuchten wir verschiedene Puffergemische exemplarisch in Eppendorf Plate Deepwell 96/2000 μ l und einer entsprechenden Wettbewerberplatte (**Abbildung 3**).

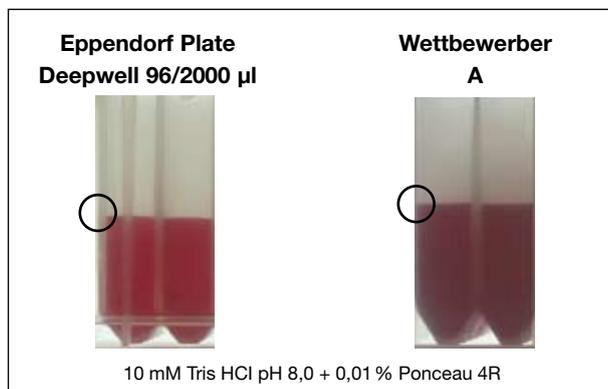


Abbildung 3: Wicking-Effekt (siehe Kreise) in Eppendorf Plate Deepwell 2000 μ l und einer entsprechenden Wettbewerber-Platte.

In Gegenwart des Tris HCl Puffers zeigten sowohl die Eppendorf Plate Deepwell 96/2000 μ l als auch die Wettbewerberplatte keinen Wicking-Effekt.

Bei Puffern, die Detergenzien enthalten, ist die Gefahr des Wickings sehr viel größer. **Abbildungen 4 und 5** zeigen, dass sich in der Wettbewerber-Platte ein deutlicher Wicking-Effekt ausprägte, während der Effekt in der Eppendorf Plate Deepwell nur ansatzweise durch den sich leicht bildenden Meniskus erkennbar war.

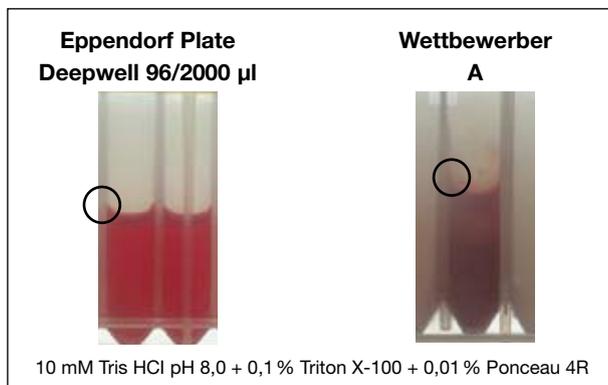


Abbildung 4: Wicking-Effekt (siehe Kreise) in Eppendorf Plate Deepwell 2000 μ l und einer entsprechenden Wettbewerber-Platte.

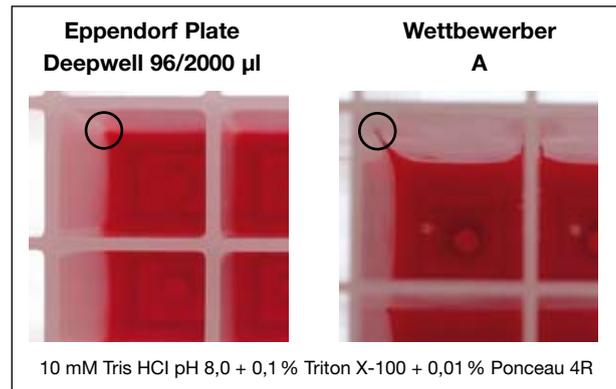


Abbildung 5: Wicking-Effekt (siehe Kreise) in Eppendorf Plate Deepwell 2000 μ l und einer entsprechenden Wettbewerber-Platte (Ansicht von oben).

In mit DMSO befüllten Wells der Eppendorf Plate Deepwell war ebenfalls kein Wicking-Effekt zu beobachten, wohingegen das Lösungsmittel in den Ecken der Wettbewerberplatte deutlich sichtbar nach oben stieg (**Abbildung 6**). Die Ergebnisse zeigen, dass der Wicking-Effekt und damit das Risiko der Kontamination von Nachbarwells durch die spezielle Wellgeometrie der Eppendorf Plate Deepwell ausbleibt.

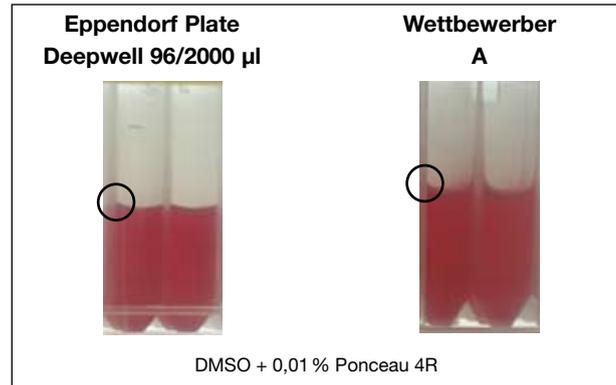


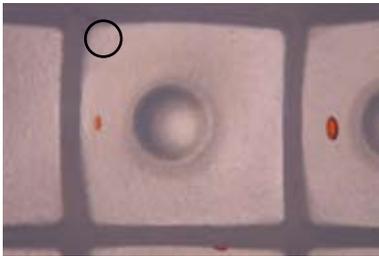
Abbildung 6: Wicking-Effekt (siehe Kreise) in Eppendorf Plate Deepwell 2000 μ l und einer entsprechenden Wettbewerber-Platte.

Schmutzecken

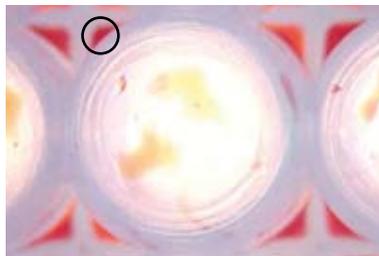
Ein weiteres Phänomen, das gerade bei quadratischen Wells auftritt, ist die Ablagerung von Probenmaterial in den Ecken der Übergänge vom Boden zum Well. Durch Abrundung dieser Ecken und Übergänge in den quadratischen Wells der Eppendorf Plate Deepwell 96/2000 μ l und 384/200 μ l sollten solche störenden Probenablagerungen vermieden, Flüssigkeits- und Probenverluste dadurch deutlich reduziert

werden. **Abbildung 7** zeigt einen Vergleich zwischen der Eppendorf Plate Deepwell 96/2000 μ l und zwei entsprechenden Wettbewerberplatten. Bei beiden Wettbewerbern waren deutlich starke Ablagerungen des Puffers in den Wellecken zu sehen. Die Eppendorf Plate Deepwell dagegen wies keine Pufferablagerung auf.

Eppendorf Plate Deepwell 96/2000 μ l



Wettbewerber A



Wettbewerber B

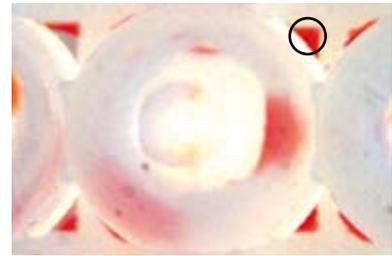


Abbildung 7: Eppendorf Plate Deepwell 96/2000 μ l und entsprechende Platten anderer Anbieter wurden mit gefärbtem (Ponceau 4R) Wasser befüllt und die Lösung wieder entnommen. Zum Vergleich sind kritische Bereiche mit einem Kreis markiert.

Zusammenfassung

Unsere Untersuchungen zum RecoverMax Design der Eppendorf Plate Deepwell haben gezeigt, dass diese optimierte Wellgeometrie einen starken Einfluß sowohl auf Resuspendier- und Mischvorgänge von festen Pellets und Puffern hat, als auch auf Kontaminationsrisiken durch den Wicking-Effekt und Probenverluste durch „Schmutzecken“.

Das abgerundete und geglättete Design bewirkt, dass gerade bei hohem Plattendurchsatz viel Zeit gespart werden kann, da Resuspendier- und Mischvorgänge sehr effi-

zient erfolgen. Probenverluste werden vermieden, da sich Pellets vollständig lösen lassen und es in quadratischen Wells nicht zu „Schmutzecken“ kommt. Kontaminationsrisiken, wie sie durch den Wicking-Effekt entstehen und ebenfalls zu Probenverlusten führen können, bleiben aus. Die Verwendung von Eppendorf Plate Deepwell führt demnach gerade bei hohem Plattendurchsatz zu enormer Ersparnis an Aufwand, Zeit und Kosten und gibt dem Anwender ein hohes Maß an Sicherheit vor Probenverlust.

Literatur

- [1] Oldenburg K, Pooler D, Scudder K, Lipinski C and Kelly M. High Throughput Sonication: Evaluation for Compound Solubilization. MatriCal, Inc., Spokane, WA; Pfizer Global Research and Development, Groton, CT.
- [2] Osterhoff C, Mueller P, Borrmann L. Eppendorf MixMate – Resuspension of bacteria pellets in deepwell plates (96-and 384-well) and micro test tubes. Eppendorf Application Note 131, 2006.
- [3] Osterhoff C, Mueller P, Borrmann L. Comparison of mixing performance in 96- and 384-well plates of Eppendorf MixMate and competitor devices. Eppendorf Application Note 130, 2006.

Bestellinformationen**Eppendorf Plate® Deepwell 384/200 µl***

Bezeichnung	Qualität	Farbe**	Verpackung	Bestell-Nr.
Normalpackung	Standard	rot	40 Platten (5 Beutel à 8)	0030 521.129
	Steril	rot	40 Platten (5 Beutel à 8)	0030 522.125
	DNA LoBind (auch für RNA & andere Nukleinsäuren)	rot	40 Platten (5 Beutel à 8)	0030 523.121
	Protein LoBind	rot	40 Platten (5 Beutel à 8)	0030 524.128
Großpackung	Standard	rot	120 Platten (10 Beutel à 12)	0030 525.124
	Steril	rot	120 Platten (10 Beutel à 12)	0030 526.120
	DNA LoBind (auch für RNA & andere Nukleinsäuren)	rot	120 Platten (10 Beutel à 12)	0030 527.127
	Protein LoBind	rot	120 Platten (10 Beutel à 12)	0030 528.123

Eppendorf Plate® Deepwell 96/500 µl*

Bezeichnung	Qualität	Farbe**	Verpackung	Bestell-Nr.
Normalpackung	Standard	rot	40 Platten (5 Beutel à 8)	0030 501.128
	Steril	rot	40 Platten (5 Beutel à 8)	0030 502.124
	DNA LoBind (auch für RNA & andere Nukleinsäuren)	rot	40 Platten (5 Beutel à 8)	0030 503.120
	Protein LoBind	rot	40 Platten (5 Beutel à 8)	0030 504.127
Großpackung	Standard	rot	120 Platten (10 Beutel à 12)	0030 505.123
	Steril	rot	120 Platten (10 Beutel à 12)	0030 506.120
	DNA LoBind (auch für RNA & andere Nukleinsäuren)	rot	120 Platten (10 Beutel à 12)	0030 507.126
	Protein LoBind	rot	120 Platten (10 Beutel à 12)	0030 508.122

*Alle Deepwell Platten sind auf Anfrage mit Barcode erhältlich.

**In fünf Farbcodes erhältlich (weiß, gelb, rot, grün, blau).

Bestellinformationen**Eppendorf Plate® Deepwell 96/1000 µl***

Bezeichnung	Qualität	Farbe**	Verpackung	Bestell-Nr.
Normalpackung	Standard	rot	20 Platten (5 Beutel à 4)	0030 501.225
	Steril	rot	20 Platten (5 Beutel à 4)	0030 502.221
	DNA LoBind (auch für RNA & andere Nukleinsäuren)	rot	20 Platten (5 Beutel à 4)	0030 503.228
	Protein LoBind	rot	20 Platten (5 Beutel à 4)	0030 504.224
Großpackung	Standard	rot	80 Platten (10 Beutel à 8)	0030 505.220
	Steril	rot	80 Platten (10 Beutel à 8)	0030 506.227
	DNA LoBind (auch für RNA & andere Nukleinsäuren)	rot	80 Platten (10 Beutel à 8)	0030 507.223
	Protein LoBind	rot	80 Platten (10 Beutel à 8)	0030 508.220

Eppendorf Plate® Deepwell 96/2000 µl*

Bezeichnung	Qualität	Farbe**	Verpackung	Bestell-Nr.
Normalpackung	Standard	rot	20 Platten (5 Beutel à 4)	0030 501.322
	Steril	rot	20 Platten (5 Beutel à 4)	0030 502.329
Großpackung	Standard	rot	80 Platten (10 Beutel à 8)	0030 505.328
	Steril	rot	80 Platten (10 Beutel à 8)	0030 506.324

*Alle Deepwell Platten sind auf Anfrage mit Barcode erhältlich.

**In fünf Farbcodes erhältlich (weiß, gelb, rot, grün, blau).



Eppendorf Vertrieb Deutschland GmbH · Tel. +49 2232 418-0 · Fax +49 2232 418-155 · E-Mail: vertrieb@eppendorf.de · Internet: www.eppendorf.de

Vaudaux-Eppendorf AG · Tel. +41 61 482 1414 · Fax +41 61 482 1419 · E-Mail: vaudaux@vaudaux.ch · Internet: www.eppendorf.com

Eppendorf AG c/o Schott Austria · Tel. +43 1 29017560 · Fax +43 1 290175620 · E-Mail: gilch.p@eppendorf.de · Internet: www.eppendorf.com

Application Support

Tel. +49 1803 666 789 · E-Mail: support@eppendorf.com